

# 東アジア・東南アジアにおける ENSOと雷放電活動について

Yoshida S., T. Morimoto, T.Ushio, Z. Kawasaki: ENSO and convective activities in Southeast Asia and western Pacific, *Geophy . Res. Lett.*, 34, L21806, doi:10.1029/2007GL030758, 2007.の紹介

北海道大学理学部 地球惑星科学科4年

22070220

市川 竜太

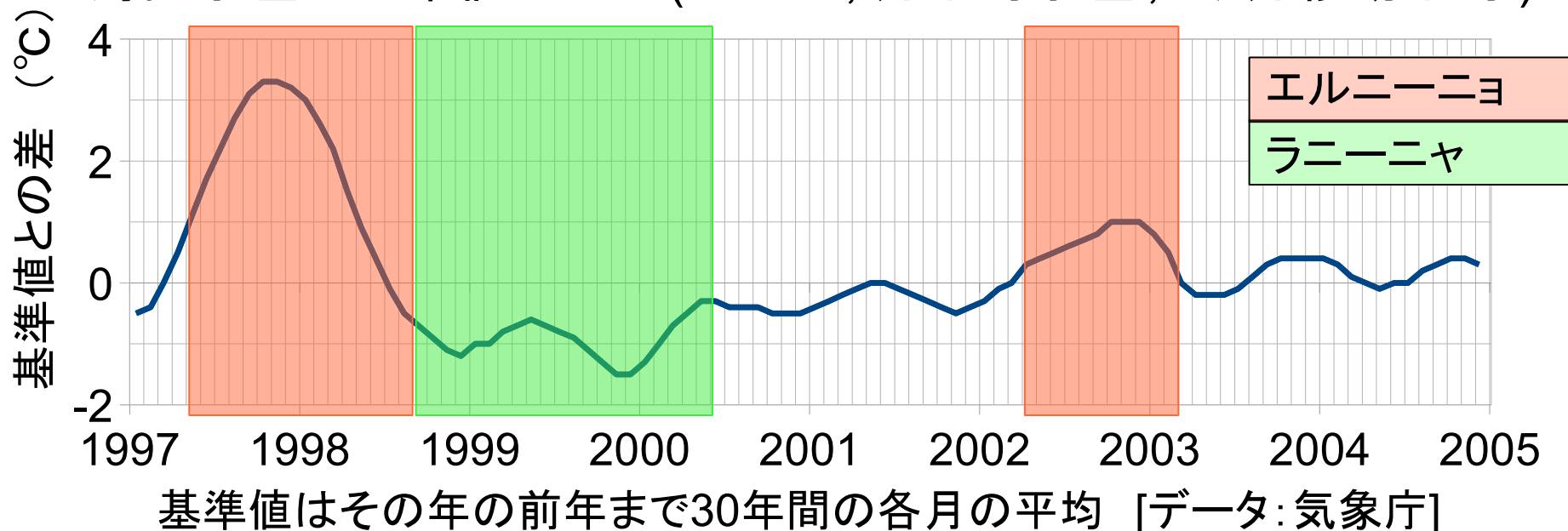
# Abstract.

ENSO(エルニーニョ・南方振動)は大気と海洋の相互作用による現象である。エルニーニョの期間中には西太平洋領域の海面気圧が上昇する傾向にあり、東南アジアの上昇気流は弱まると考えられている。対流雲の成長には強力な上昇気流が必要であるために、この期間の東南アジアの雷放電活動は沈静化するように思われる。しかし、エルニーニョの発生していた1998年初頭のインドネシア上空の雷が、翌年の同じ時期に比べて回数が多かったという報告があった。本論文では、解析期間を6年間と伸ばすことで雷の増加がエルニーニョと関係しているのかを調査した。その際インドネシア上空だけではなく東アジア、東南アジア地域に調査対象を広げた。そして衛星観測による雷放電活動の分布と降水データに、気象再解析データを併せて、西太平洋域の大気対流活動を考察した。

# Introduction

- エルニーニョ(El Niño): 東部赤道太平洋で海面水温が異常高温になる現象.
- ラニーニャ(La Niña): 東部赤道太平洋で海面水温が異常低温になる現象.

海面水温の基準値との差 (NINO3, 月平均水温, 5ヶ月移動平均)



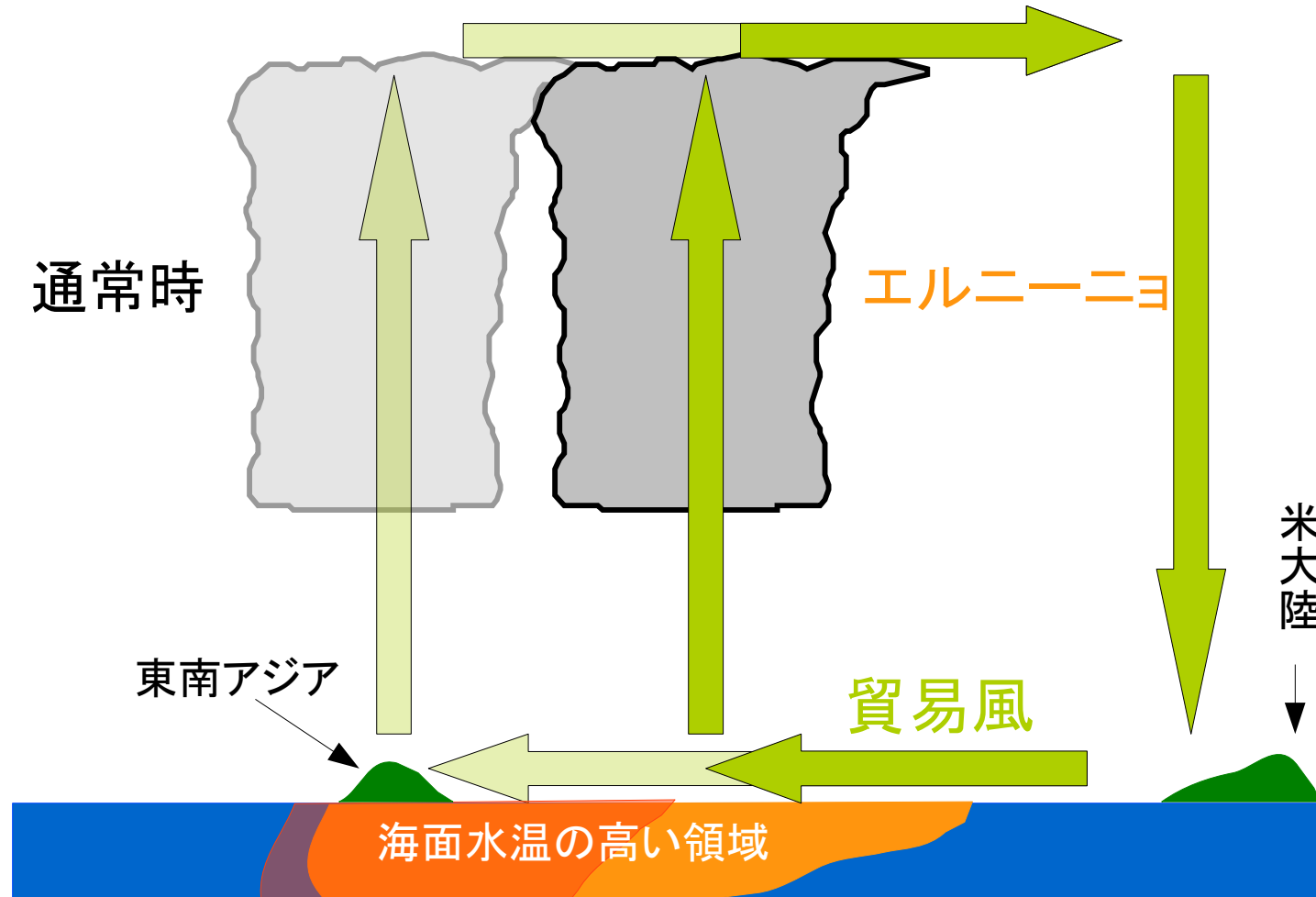
1997年5月-1998年8月エルニーニョ

1998年9月-2000年5月ラニーニャ

2002年3月-2003年2月エルニーニョ

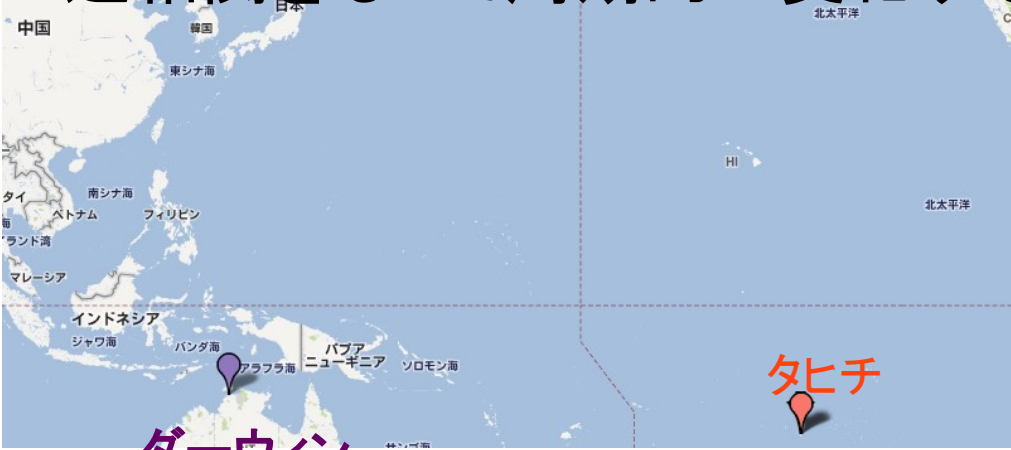
として扱う.

エルニーニョ時には上昇気流の場所が東へ移り、東南アジアでの上昇気流は通常時よりも弱いと考えられている。

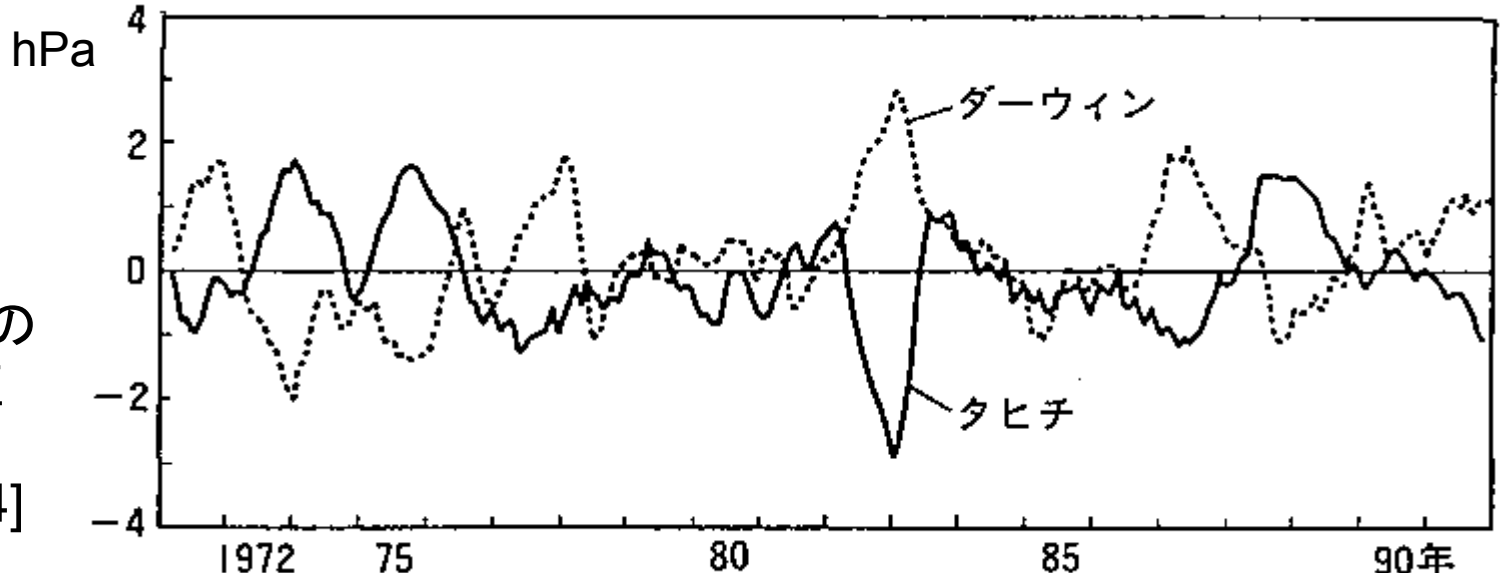


# ● 南方振動(Southern Oscillation)

赤道太平洋上で大気が東西方向に振動する現象。  
ダーウィンの海面気圧と南太平洋上での海面気圧が  
逆相関をもって周期的に変化することから発見された。



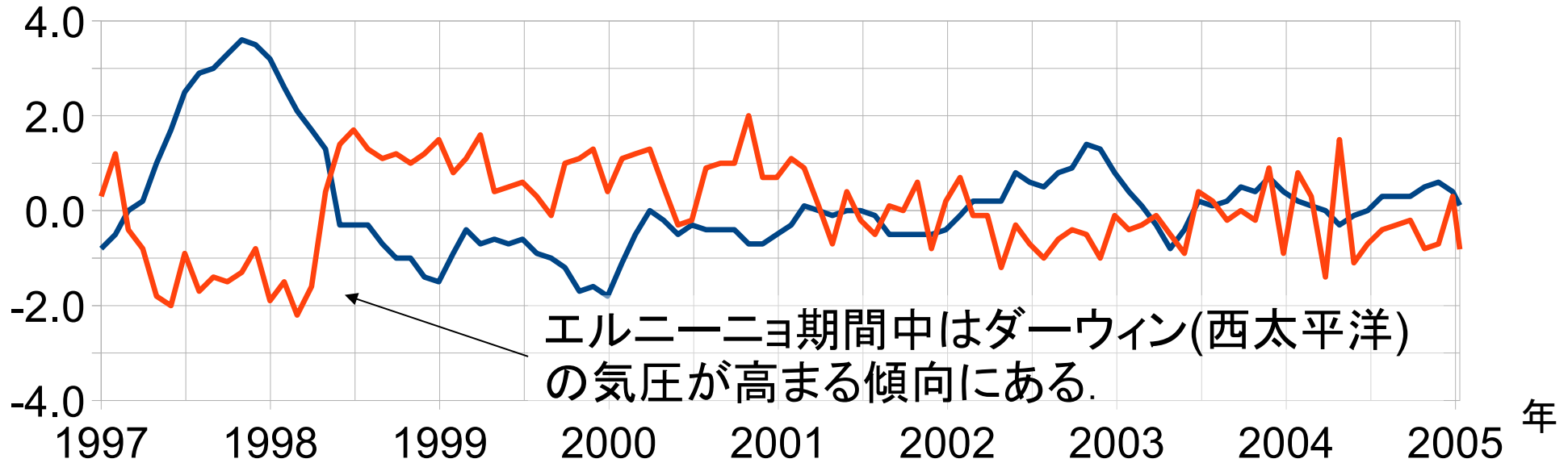
ダーウィンとタヒチの位置関係



ダーウィン・タヒチの  
海面気圧. 気候値  
からのずれ  
小倉 義光, [1984]

# 南方振動はエルニーニョと関係が深い

エルニーニョ監視海域の海面温度偏差と南方振動指数



海面温度偏差と南方振動指数は逆相関している。

[データ: 気象庁]  
— 海面温度偏差(°C)  
— 南方振動指数

## ENSO(EI Niño Southern Oscillation)

という海洋と大気の相互作用によるひとつの現象が、現れた場所によってそれぞれエルニーニョと南方振動と呼ばれる 小倉 義光, [1984].

# エルニーニョ期間中の雷の増加が報告された。

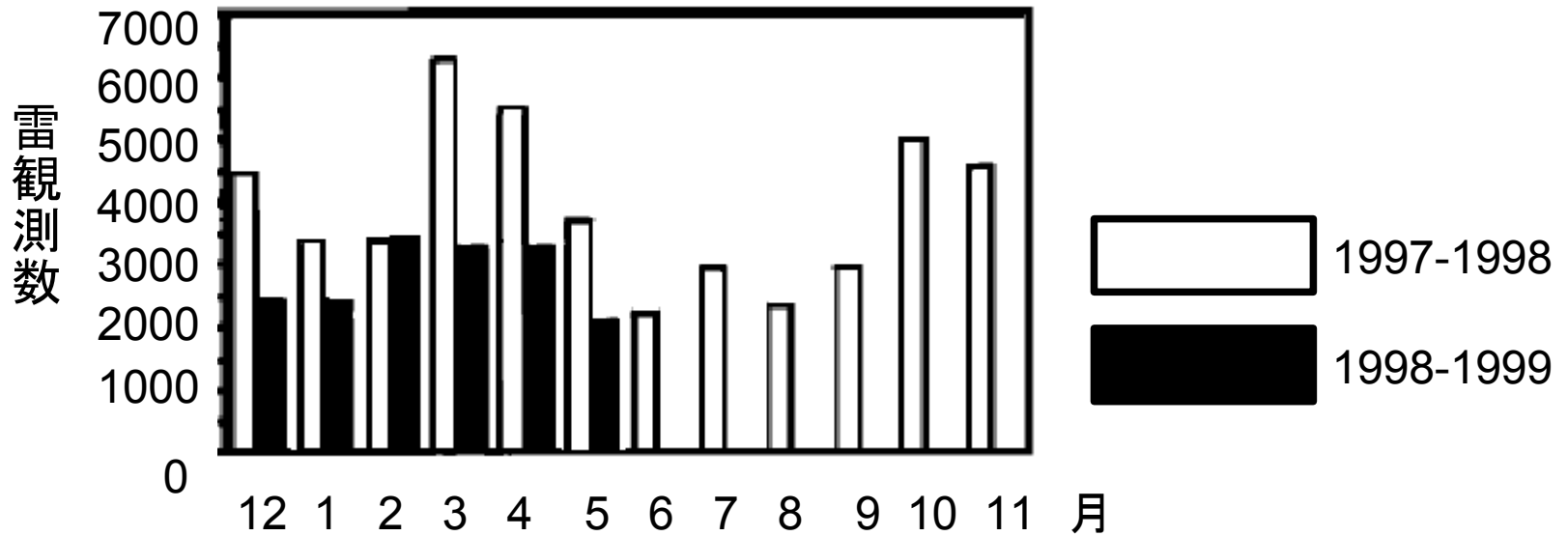


図3. インドネシア上空, TRMMによる雷観測数の月次変化 Hamid et al., [2001]

エルニーニョが起きていた1997-1998年では1998-1999年よりインドネシア上空の雷の数が多い傾向があったと報告 Hamid et al., [2001].

- 分析した1年半と短かく, インドネシアのみの解析であった.
- 強い上昇気流に伴って起きるはずの雷がエルニーニョの期間に本当に増加するのか.

# 本論文の目的

- 南方振動と雷の関係性を、インドネシアだけでなく東アジア、東南アジア(EAR)に渡って調査。期間も6年間に広げて調査し、ENSOが雷活動に影響を与えるのか検証する。



EAR:  $90^{\circ}$ - $130^{\circ}$ E,  $10^{\circ}$ S- $40^{\circ}$ N

- さらに広い西太平洋領域(WPR)でのエルニーニョ期間とラニーニャ期間の大気対流活動の違いを、衛星の雷、降雨データと客観気象データを併せることで調査し、雷活動が活発化するメカニズムを探る。



WPR:  $60^{\circ}$ - $160^{\circ}$ E,  $40^{\circ}$ S- $40^{\circ}$ N



# Observations and Data sets

**TRMM衛星による観測データ** 打ち上げ時期 1997年11月28日  
46日ごとに観測地点の地方標準時が一巡する軌道.  
その間に6-7回ほど同一地点で観測する.

## 降雨レーダ(PR)

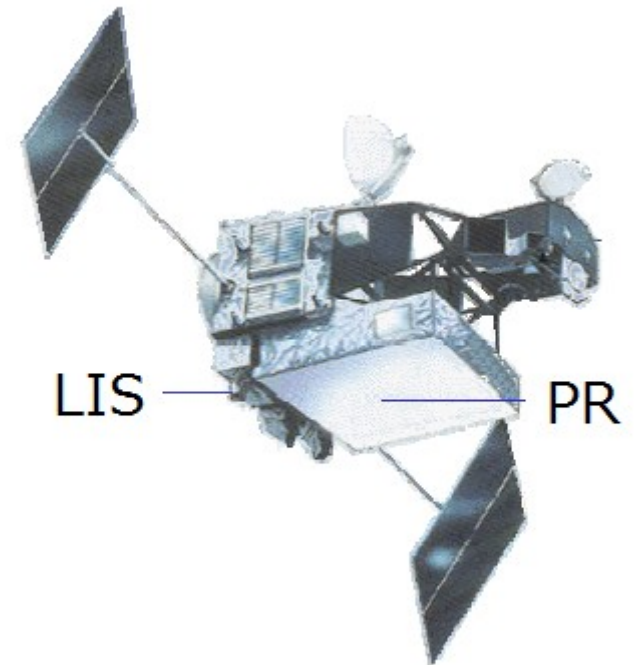
観測対象: 降雨の三次元構造,  
海洋, 陸域の降雨量

センサ: 観測周波数13.8Ghz, 観測幅215km,  
距離分解能250m, 水平分解能4.3km,  
観測レンジ 地表から15km,  
観測モード クロストラックスキャン

## 雷観測装置(LIS)

観測対象: 雷の分布を光学観測する.

センサ: 観測バンド $0.777655 \mu\text{m}$ , 観測幅約600km,  
水平分解能4km



TRMMデータ利用講習会  
資料, JAXA, 2003

- TRMM衛星データより, PRの3A25プロダクトとLISデータを使用.
  - 対流雲レーダー反射因子: 月平均, 水平分解能 $0.5^\circ$ , 高度5km
  - 降雨カウント数(回/月): 月平均, 水平分解能 $0.5^\circ$ , 高度2km
    - 雷頻度(回/月): 月平均, 水平分解能 $1^\circ$ , 雷の観測回数/カウント数
- NCEP/NCAR再解析データ  
米国環境予測センター(NCEP)と米国大気研究センター(NCAR)が共同で作成した再解析データ.

水平解像度:  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  (格子間隔180km程度)

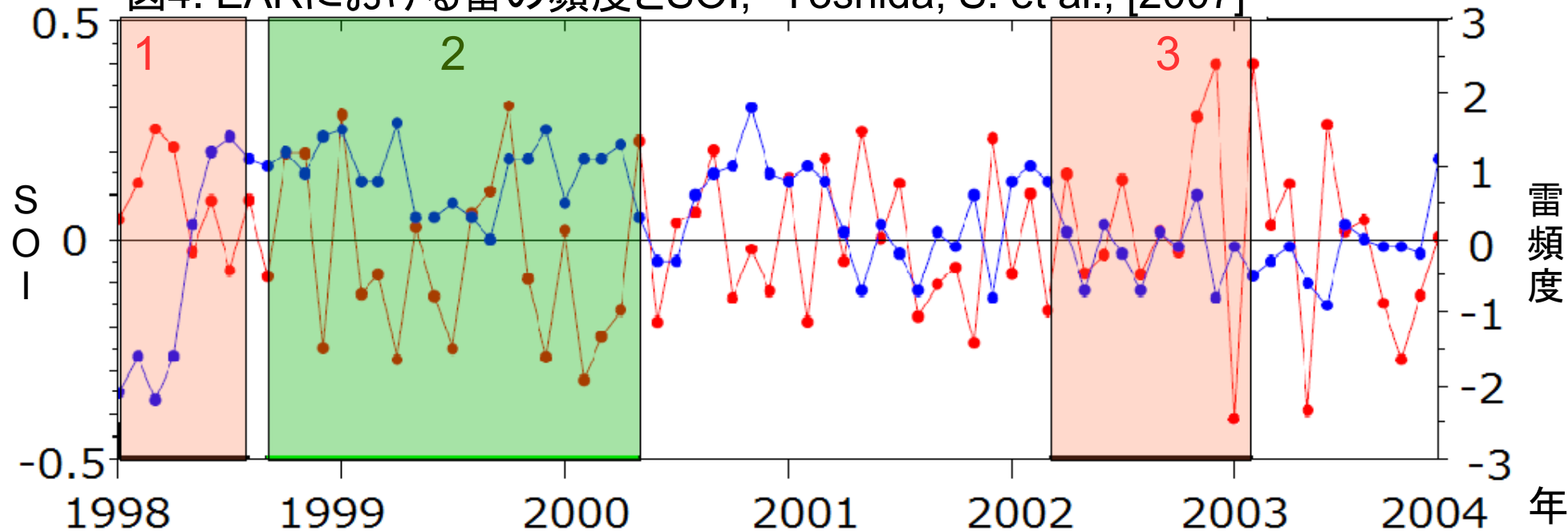
垂直解像度: 鉛直28層 [気象庁, 2007]

- 海面付近の緯度方向の月平均風速
  - 海面付近の経度方向の月平均風速
  - 月平均海面気圧
- を用いた.

- 衛星データと再解析データの期間  
1998年1月-2003年12月の6年間のデータを検討した。

# Results

図4. EARにおける雷の頻度とSOI, Yoshida, S. et al., [2007]



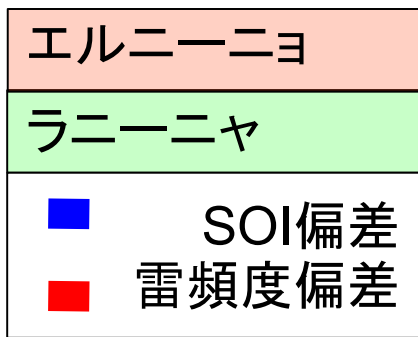
相関係数

全期間(6年間)では -0.43

1,2,3の期間のみ -0.61

1.2の期間のみ -0.73

通常期間よりも強い  
負の相関関係が見られる。



# 雷頻度偏差

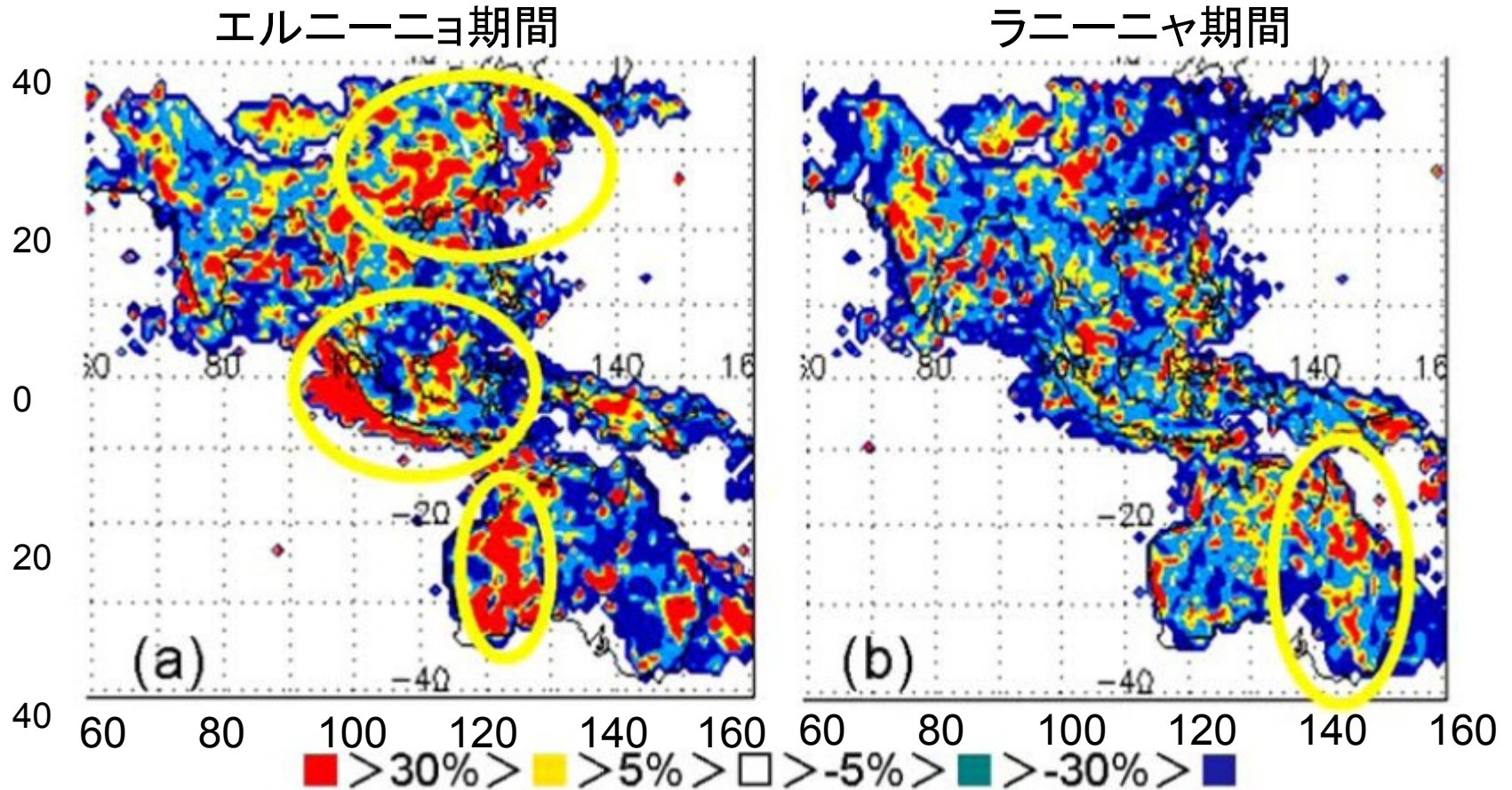


図5. 雷頻度偏差, Yoshida, S. et al., [2007]

雷の頻度が高くなる地域は  
エルニーニョ期間とラニーニャ期間で異なり、どちらも局地的である。



# 降雨カウント数の偏差

エルニーニョ期間

ラニーニャ期間

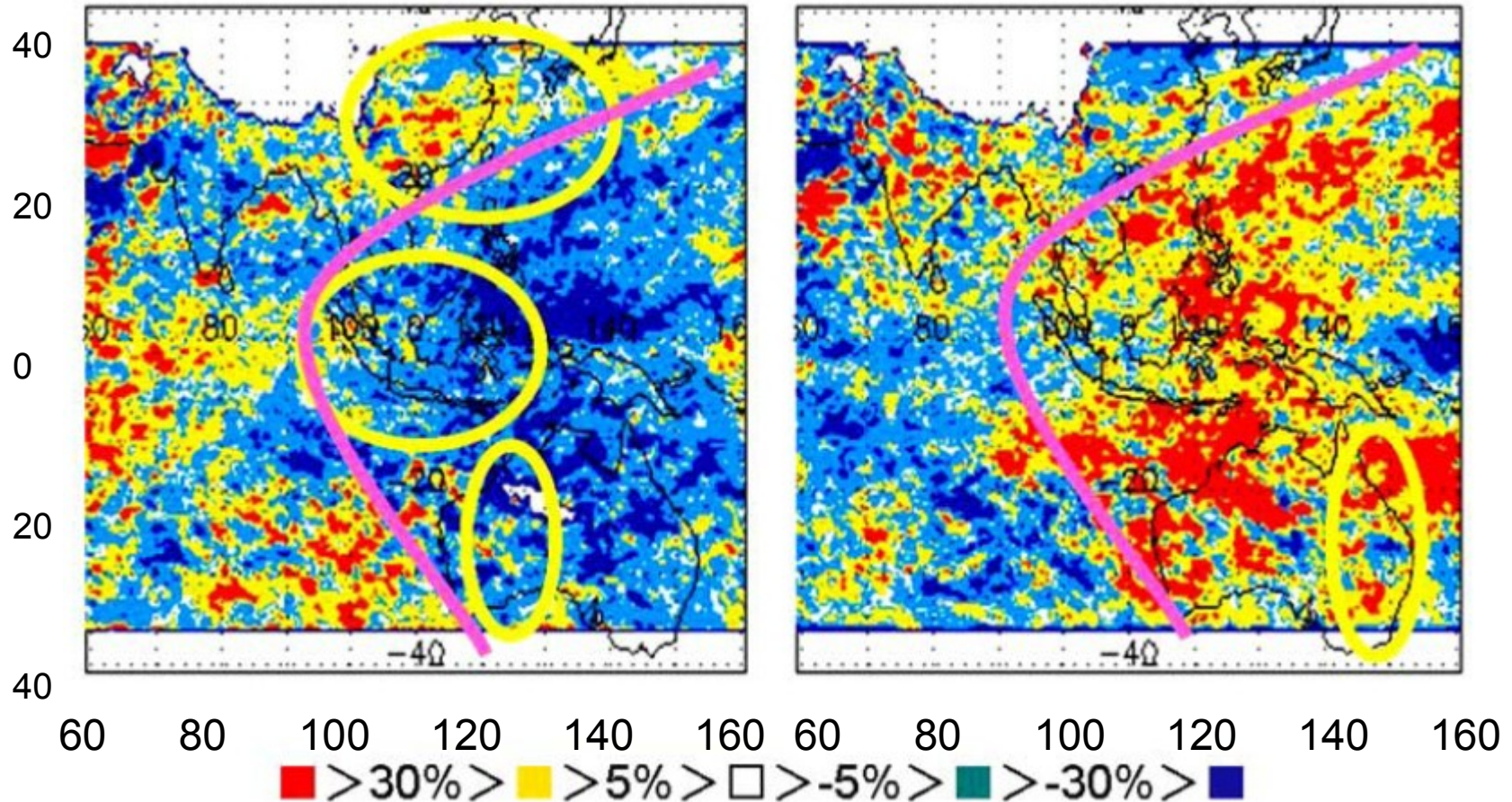


図6. 降雨カウント数の偏差, Yoshida, S. et al., [2007]  
エルニーニョ期間とラニーニャ期間の降雨の反応が  
東西二つの地域で分かれる.

# 降雨カウント数と雷頻度の関係

エルニーニョ期間

ラニーニャ期間

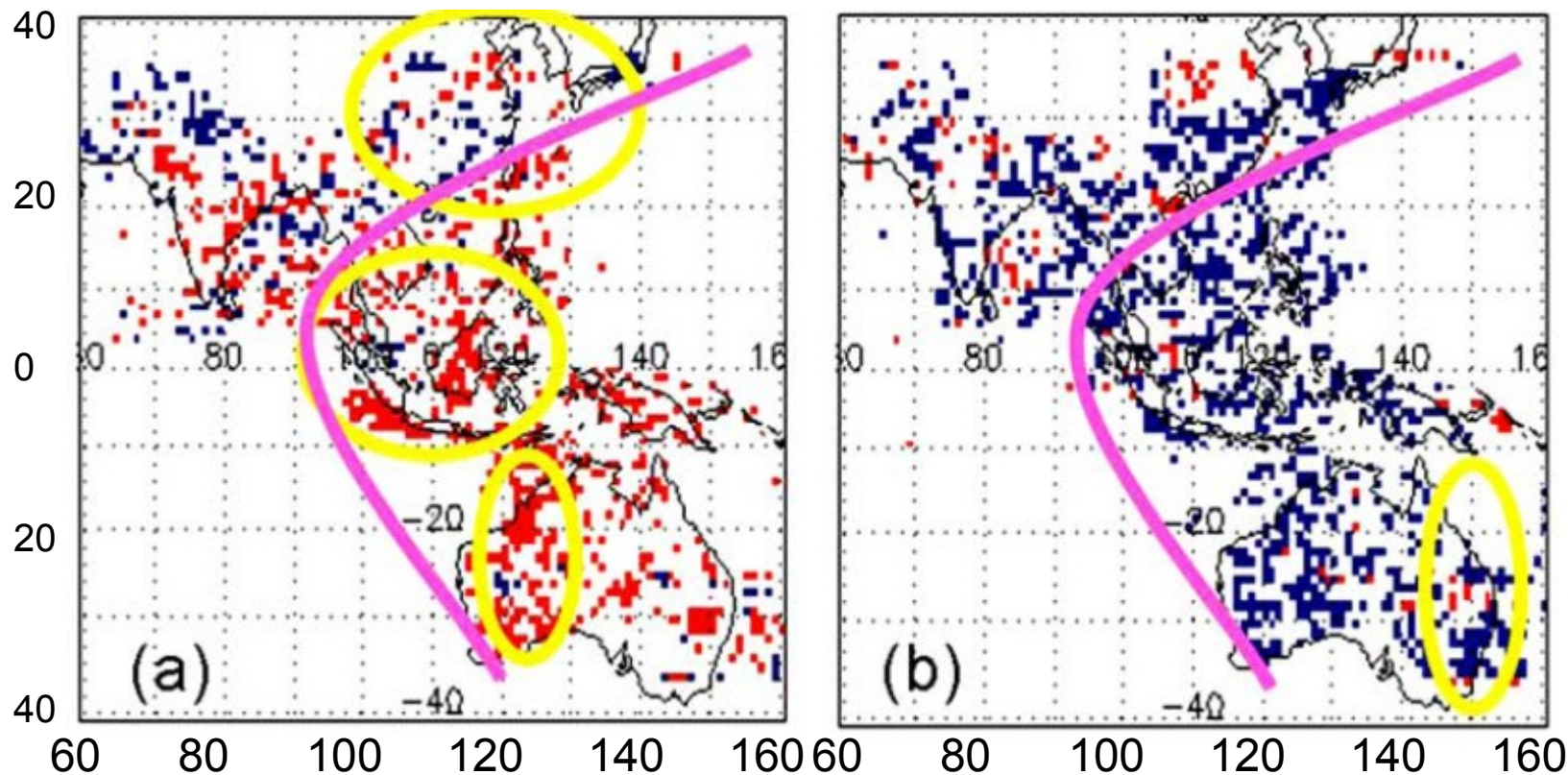


図7.

■ 雷頻度が5%以上増加, かつ降雨カウント数が5%以上低下

■ 雷頻度が5%以上低下, かつ降雨カウント数が5%以上増加

Yoshida, S.  
et al., [2007]

エルニーニョ期間とラニーニャ期間で全く逆の分布を示す.



# レーダー反射因子の偏差

エルニーニョ期間

ラニーニャ期間

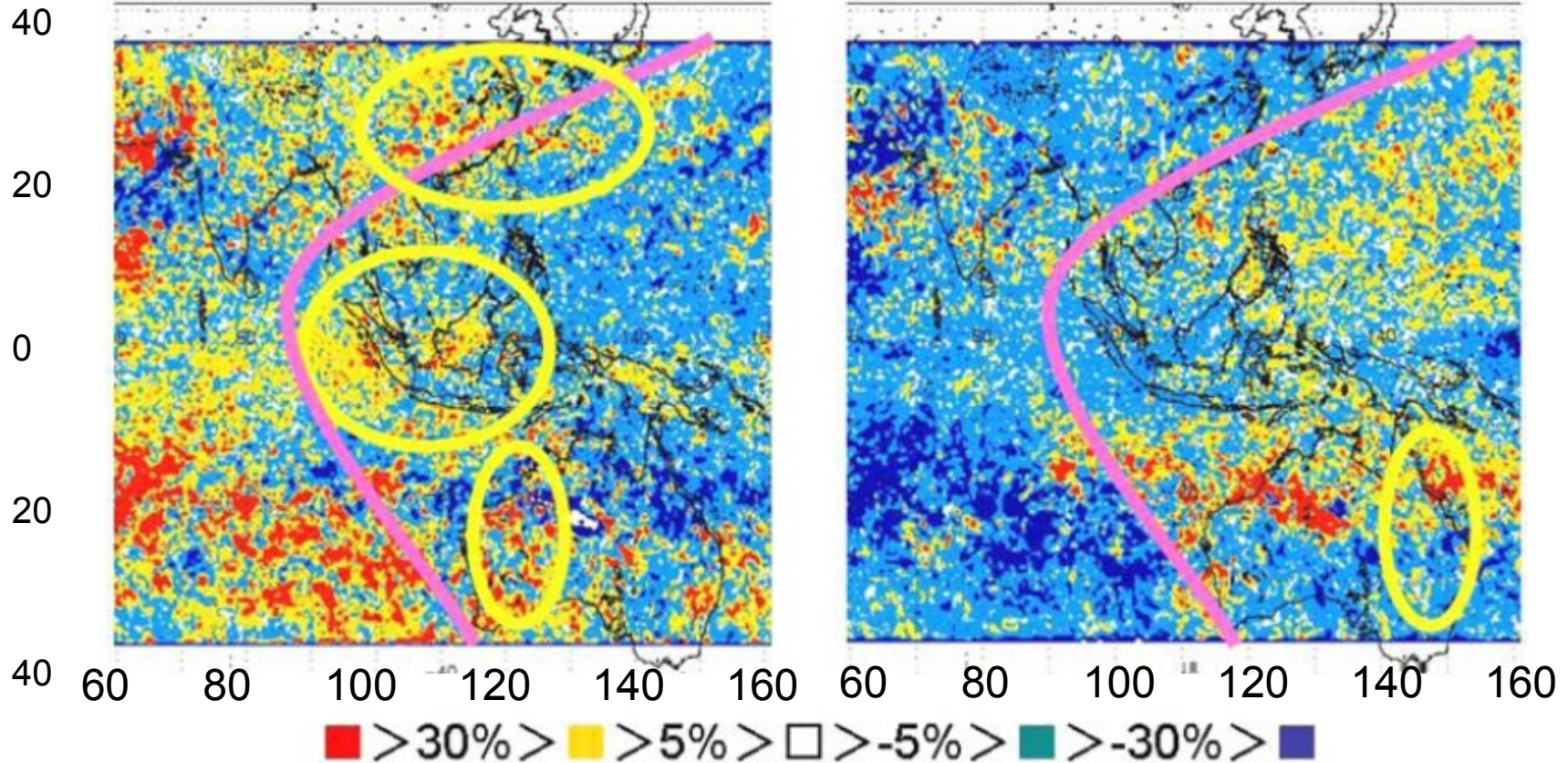
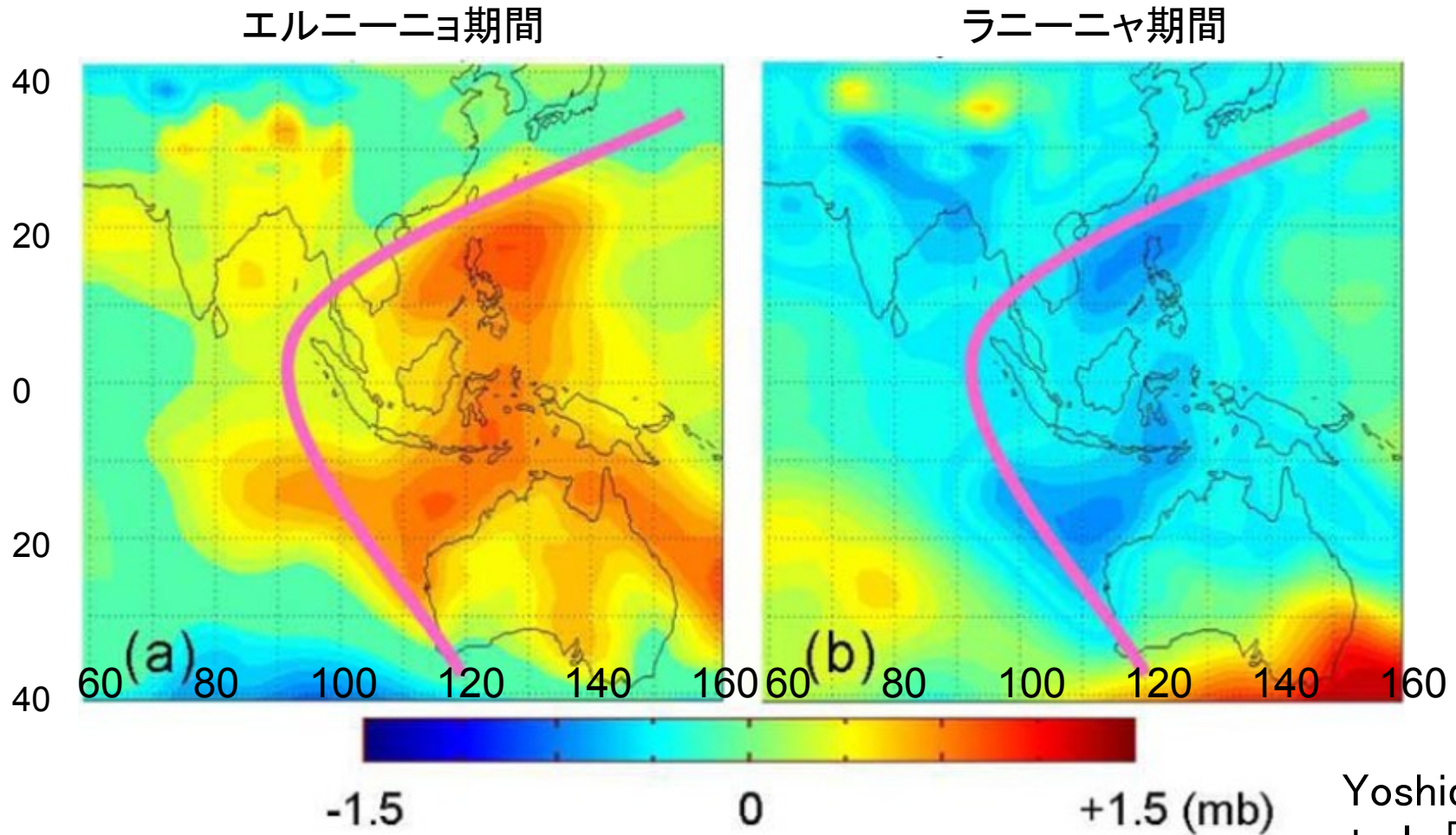


図8. 赤が示す高いレーダー反射因子は強い上昇気流を表す.

Yoshida, S. et al., [2007]

# 海面気圧偏差



Yoshida, S.  
et al., [2007]

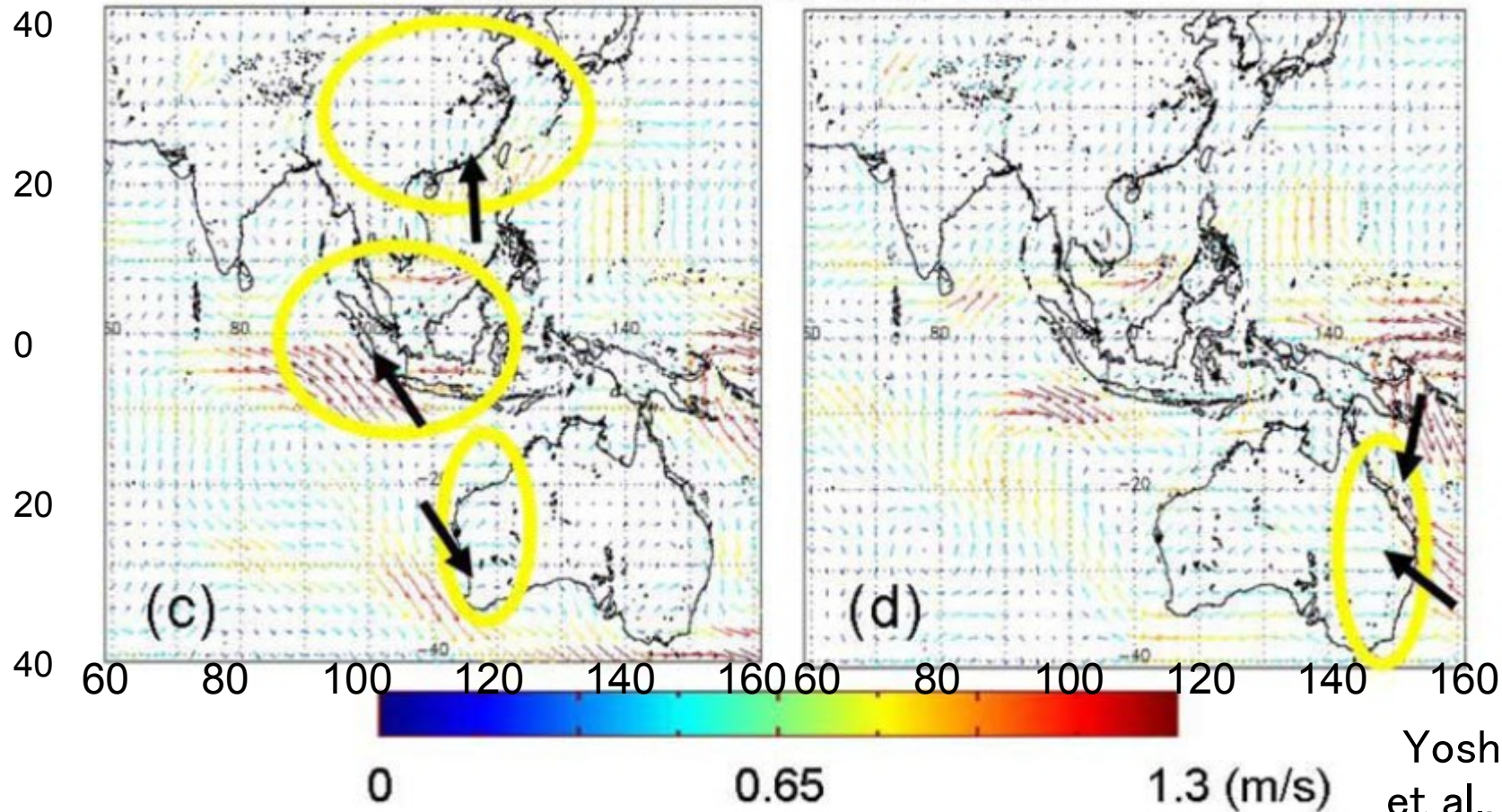
図9. 平均値よりも海面気圧が高い傾向にあることを示す赤い領域が、エルニーニョ期間とラニーニャ期間で大きく異なる。



# 風ベクトル偏差

エルニーニョ期間

ラニーニャ期間



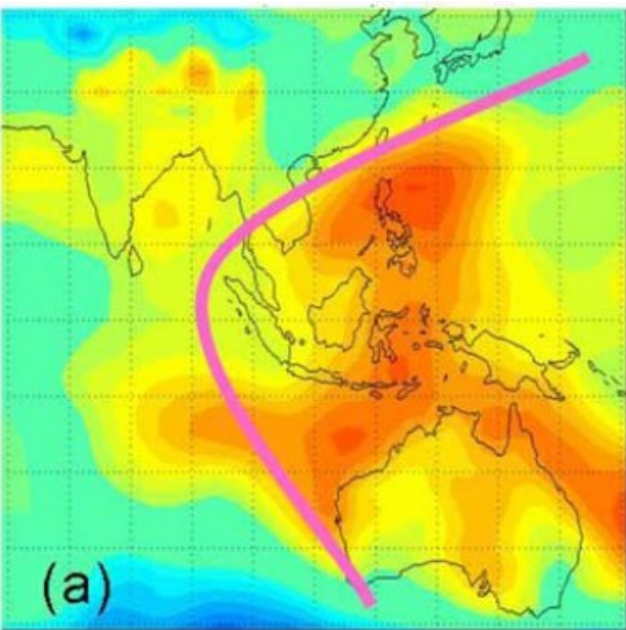
Yoshida, S.  
et al., [2007]

図10. 平均風ベクトルとの差を色の付いたベクトルで示す。  
雷の発生頻度が高くなる地域の近くでは、その期間の海から陸への風が強い傾向にある。

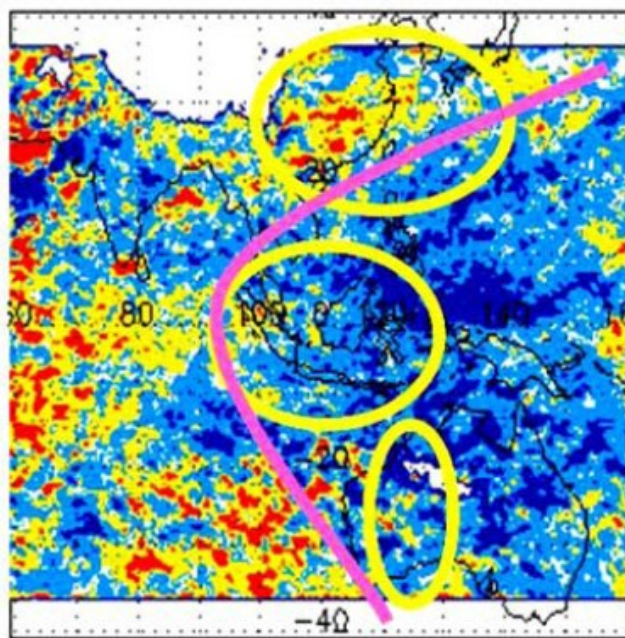
# Discussion

エルニーニョ期間中の西太平洋領域では海面気圧が高まる傾向にあり、降雨は減少し、大気対流活動が弱まっているように見えるが、インドネシアやオーストラリア西岸などの陸上では局地的に雷を伴う強力な大気対流活動が見られる。

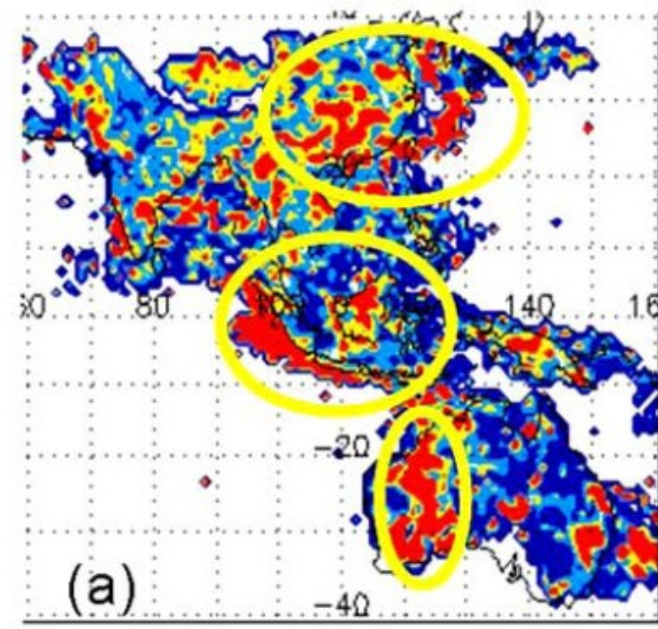
海面気圧



降雨回数

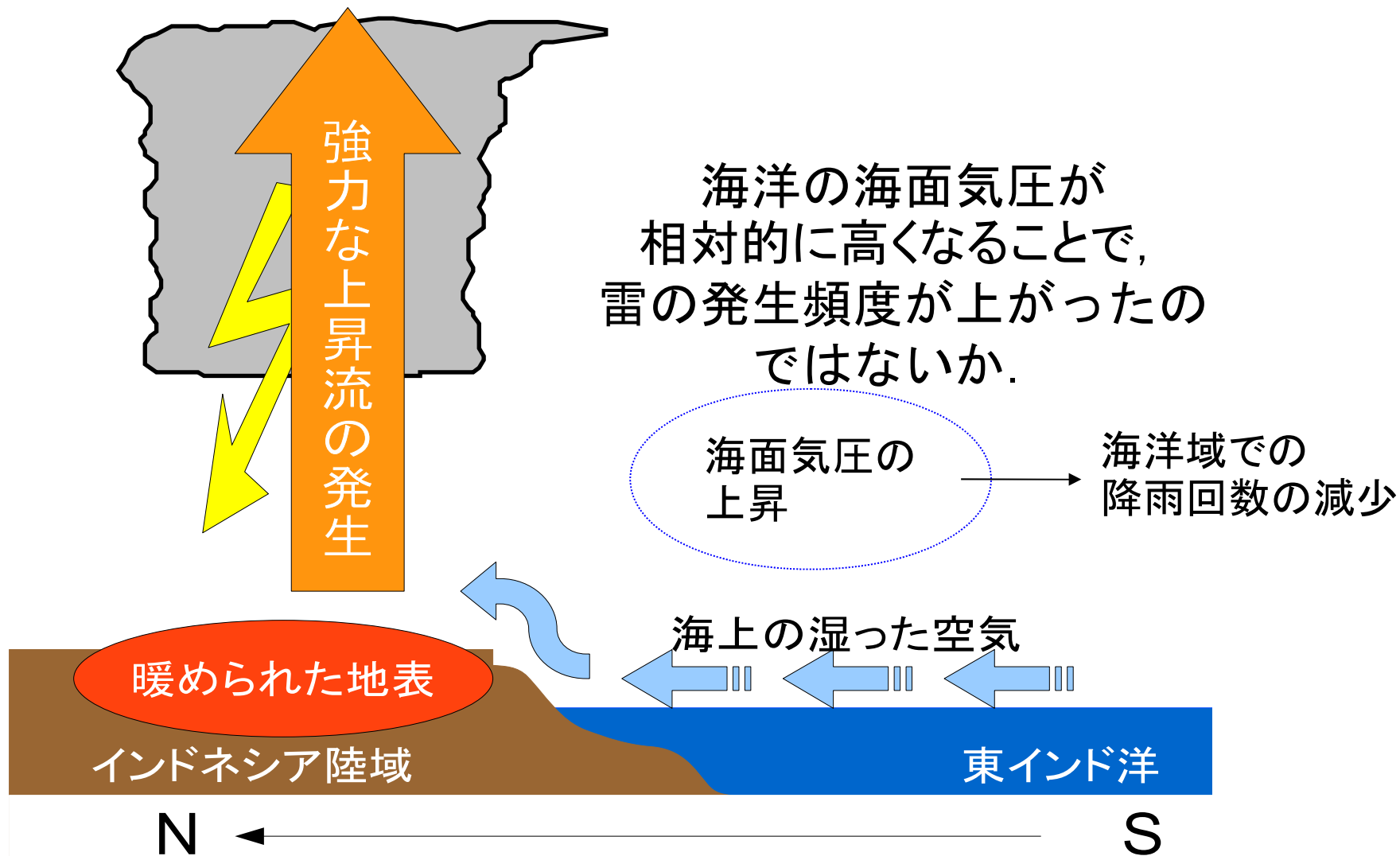


雷頻度



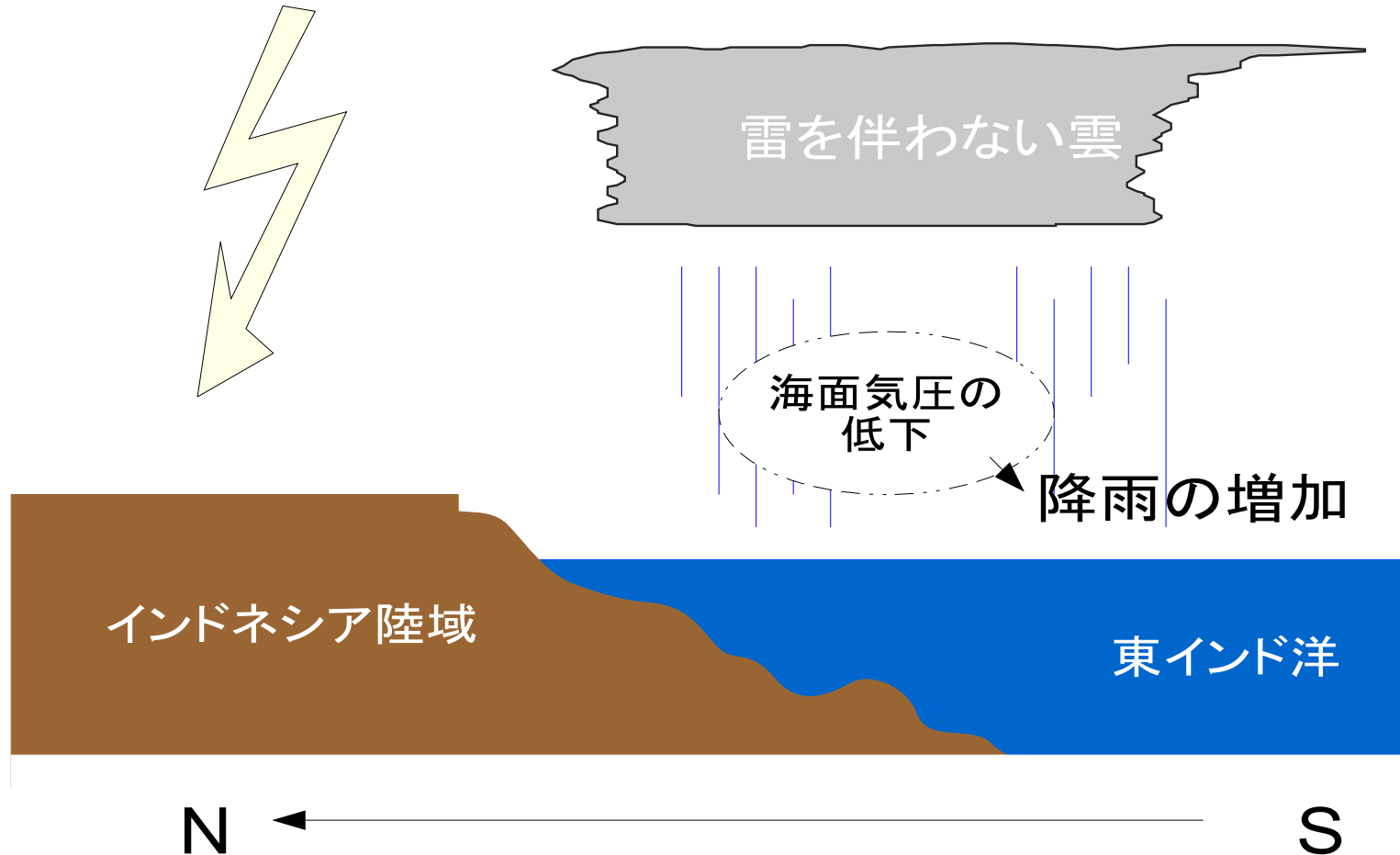


# なぜ大気対流活動に違いが見られるのか



# ラニーニャ時の対流活動

雷放電活動の低下



# Summary

- 本論文のまとめ
- 南方振動と雷放電活動について，再解析データとTRMM衛星による光学雷観測のデータを6年間に渡って調べた結果，南方振動指数と雷の頻度は逆相関を持っていることがわかった。
- エルニーニョ期間中の雷データを調べると，インドネシアだけでなく，中国，オーストラリアでも局地的に増加していることがわかった。また，ラニーニャ期間中に雷が増加している地域があることもわかった。
- TRMM降雨データを調べると，西太平洋，オーストラリアと東インド洋の間でエルニーニョ，ラニーニャに対する反応が逆であった。
- 再解析データとTRMMデータを併せると，陸域の一部，西太平洋，東インド洋において，大気対流活動がENSOに対してそれぞれ異なる挙動を示すことがわかった。またその原因は海面気圧の差によって湿った空気の上昇する場所が変わるためと考察した。

## 本論文を読んで

- ・この地域の対流活動の強さと雷頻度を比較する上で、位置によってその関係性が間逆に変わってしまう可能性があることがわかった。少なくとも内陸部と沿岸部と海洋を分けて議論する必要がある。
- ・本論文では海面気圧の上昇により雷活動の発生頻度が上がるというメカニズムを考察したが、積乱雲1セルの寿命は一般に1時間程度なので、雷放電活動の前で陸に海上の湿った空気が流入するような風が吹くことを確かめなければいけない。TRMM衛星での観測は同一地点を週に1回程度でしか観測できないが、このメカニズムを検討するためには分単位の時間分解能の高い雷データが必要である。
- ・強力な上昇気流を示す指標として対流雲のレーダー反射因子を用いていたが、高度が6kmなので雷を発生しない程度の対流雲も多く含まれているのではないかと思う。高度10km, 15kmではより雷との関連性が強く出る可能性がある。(現在は水平分解能 $5^\circ$ でしか提供されていない。6km以下では $0.5^\circ$ で提供されている。)

# References

- Hamid E. Y., Z. Kawasaki, Redy Mardiana: Impact of the 1997–98 El Niño Event on lightning activity over Indonesia, *Geophy . Res. Lett.*, 28, 147–150, doi:10.1029/2000GL011374, 2001.
- Yoshida S., T. Morimoto, T.Ushio, Z. Kawasaki: ENSO and convective activities in Southeast Asia and western Pacific, *Geophy . Res. Lett.*, 34, L21806, doi:10.1029/2007GL030758, 2007.
- 小倉 義光, 一般気象学, 東京大学出版会, 1984.
- JAXA, TRMMデータ利用講習会資料 第3版, 2003.
- JAXAホームページ, TRMMについて  
[http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/index\\_j.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/index_j.htm)
- JAXAホームページ, 長期再解析JRA25について, 2007  
<http://jra.kishou.go.jp/JRA-25/AboutJRA25.html>
- 気象庁ホームページ, エルニーニョ/ラニーニャ現象  
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/elnino/index.html>